

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

DERWENT-ACC-NO: 2002-660255

DERWENT-WEEK: 200309

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Metal polishing liquid used in
wiring process of semiconductor device, contains metal
oxidizing agent, metal solubilizer, metal
anticorrosive agent containing
and water compound with pyrimidine structure

PRIORITY-DATA: 2000JP-0327296 (October 26, 2000)

PATENT-FAMILY:

| PUB-NO | PAGES | PUB-DATE | MAIN-IPC |
|-----------------|-------|--------------|--------------|
| JP 2002134442 A | 008 | May 10, 2002 | H01L 021/304 |
| | | | N/A |

INT-CL (IPC): B24B037/00, C09K003/14 , H01L021/304 ,
H01L021/306

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2002134442A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A metal polishing liquid contains a metal
oxidizing agent, a metal
solubilizer, a metal anticorrosive agent and water. The
metal anticorrosive
agent contains a compound with a pyrimidine structure.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is included for
polishing method
which involves pressing a substrate which has a film to be
ground to an
abrasive cloth of a polishing fixed board, supplying the
polishing liquid, and

grinding the film to be ground by moving fixed board and substrate relatively.

USE - For grinding metal and metal barrier layer formed on a substrate (claimed), in wiring process of a semiconductor device.

ADVANTAGE - The metal polishing liquid has large polishing velocity, small etching velocity, high productivity, small erosion and corrosion, high in-plane sanding uniformity, and excellent micronization, thin film forming property, dimensional accuracy, and electrical property. The semiconductor device with high reliability is obtained. Generation of scratches and dregs on the surface of a base after polishing using the polishing liquid, is minimized.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/0

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-134442

(P2002-134442A)

(43) 公開日 平成14年5月10日 (2002. 5. 10)

| (51) Int. Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード (参考) |
|----------------------------|-------|----------------|-------------------|
| H 0 1 L 21/304 | 6 2 2 | H 0 1 L 21/304 | 6 2 2 C 3 C 0 5 8 |
| B 2 4 B 37/00 | | B 2 4 B 37/00 | H 5 F 0 4 3 |
| C 0 9 K 3/14 | 5 5 0 | C 0 9 K 3/14 | 5 5 0 Z |
| H 0 1 L 21/306 | | H 0 1 L 21/306 | M |

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-327296 (P2000-327296)

(22) 出願日 平成12年10月26日 (2000. 10. 26)

(71) 出願人 000004455

日立化成工業株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72) 発明者 天野倉 仁

茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化成工業株式会社総合研究所内

(72) 発明者 増田 克之

茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化成工業株式会社総合研究所内

(74) 代理人 100086494

弁理士 穂高 哲夫

図1

(54) 【発明の名称】 金属用研磨液及び研磨方法

(57) 【要約】

【課題】 金属の研磨速度が大きくエッチング速度が小さいため、生産性が高く、ディッシング及びエロージョンが小さい金属用研磨液を提供することにより、微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイスの製造に好適な金属用研磨液を提供する。

【解決手段】 金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、金属防食剤、及び水を含有する研磨液であり、金属防食剤がピリミジン骨格を有する化合物を含有する金属用研磨液。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、金属防食剤、及び水を含有する研磨液であり、金属防食剤がピリミジン骨格を有する化合物を含有することを特徴とする金属用研磨液。

【請求項2】 ピリミジン骨格を有する化合物が、4-アミノピラゾロ[3, 4-d]ピリミジン、1, 2, 4-トリアゾロ[1, 5-a]ピリミジン、2-メチル-5, 7-ジフェニル-(1, 2, 4)トリアゾロ[1, 5-a]ピリミジン及び2-メチルサルファニル-5, 7-ジフェニル-(1, 2, 4)トリアゾロ[1, 5-a]ピリミジンから選ばれる少なくとも1種の化合物である請求項1記載の金属用研磨液。

【請求項3】 金属防食剤が、ピリミジン骨格を有する化合物とトリアゾール骨格を有する化合物とを含有する請求項1又は2記載の金属用研磨液。

【請求項4】 トリアゾール骨格を有する化合物が、1, 2, 3-トリアゾール、1, 2, 4-トリアゾール、3-アミノ-1H-1, 2, 4-トリアゾール、ベンゾトリアゾール及び1-ヒドロキシベンゾトリアゾールから選ばれる少なくとも1種の化合物である請求項3記載の金属用研磨液。

【請求項5】 金属の酸化剤が、過酸化水素、硝酸、過ヨウ素酸カリウム、次亜塩素酸及びオゾン水から選ばれる少なくとも1種の化合物である請求項1〜4いずれか記載の金属用研磨液。

【請求項6】 重量平均分子量が500以上の水溶性ポリマーを含有する請求項1〜5いずれか記載の金属用研磨液。

【請求項7】 重量平均分子量が500以上の水溶性ポリマーが、多糖類、ポリカルボン酸、ポリカルボン酸エステル及びそれらの塩、並びにビニル系ポリマーから選ばれた少なくとも1種のポリマーである請求項6記載の金属用研磨液。

【請求項8】 酸化金属溶解剤が、有機酸、有機酸エステル、有機酸のアンモニウム塩及び硫酸から選ばれる少なくとも1種の化合物である請求項1〜7いずれか記載の金属用研磨液。

【請求項9】 研磨される金属が、銅、銅合金及び銅若しくは銅合金の酸化物から選ばれる少なくとも1種を含む金属である請求項1〜8いずれか記載の金属用研磨液。

【請求項10】 研磨される金属のバリア層が、タングステン、窒化タングステン、タングステン合金、又はその他のタングステン化合物である請求項1〜9いずれか記載の金属用研磨液。

【請求項11】 研磨定盤の研磨布上に請求項1〜10いずれか記載の金属用研磨液を供給しながら、被研磨膜を有する基板を研磨布に押圧した状態で研磨定盤と基板を相対的に動かすことによって被研磨膜を研磨すること

を特徴とする研磨方法。

【請求項12】 研磨定盤の研磨布上に請求項1〜10いずれか記載の金属用研磨液を供給しながら、金属とバリア層を有する基板を連続して研磨する請求項11記載の研磨方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、特に半導体デバイスの配線工程において好適に用いられる金属用研磨液及びそれを用いた研磨法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体集積回路(LSI)の高集積化、高性能化に伴って新たな微細加工技術が開発されている。化学機械研磨(CMP)法もその一つであり、LSI製造工程、特に多層配線形成工程における層間絶縁膜の平坦化、金属プラグ形成、埋め込み配線形成において頻繁に利用される技術である。この技術は、例えば米国特許第4944836号明細書に開示されている。

【0003】近年、LSIを高性能化するために、配線材料として銅合金の利用が試みられている。しかし、銅合金は従来のアルミニウム合金配線の形成で頻繁に用いられたドライエッチング法による微細加工が困難である。そこで、あらかじめ溝を形成してある絶縁膜上に銅合金薄膜を堆積して埋め込み、溝部以外の銅合金薄膜をCMPにより除去して埋め込み配線を形成する、いわゆるダマシン法が主に採用されている。この技術は、例えば特開平2-278322号公報に開示されている。

【0004】金属のCMPの一般的な方法は、円形の研磨定盤(プラテン)上に研磨パッドを貼り付け、研磨パッド表面を金属用研磨液で浸し、基体の金属膜を形成した面を押し付けて、その裏面から所定の圧力(研磨圧力或いは研磨荷重)を加えた状態で研磨定盤を回し、研磨液と金属膜の凸部との機械的摩擦によって凸部の金属膜を除去するものである。

【0005】CMPに用いられる金属用研磨液は、一般には酸化剤及び固体砥粒からなり必要に応じてさらに酸化金属溶解剤、金属防食剤が添加される。まず酸化によって金属膜表面を酸化し、その酸化層を固体砥粒によって削り取るのが基本的なメカニズムと考えられている。凹部の金属表面の酸化層は研磨パッドにあまり触れず、固体砥粒による削り取りの効果が及ばないので、CMPの進行とともに凸部の金属層が除去されて基体表面は平坦化される。この詳細についてはジャーナル・オブ・エレクトロケミカルソサエティ誌(Journal of Electrochemical Society)の第138巻11号(1991年発行)の3460〜3464頁に開示されている。

【0006】CMPによる研磨速度を高める方法として酸化金属溶解剤を添加することが有効とされている。固体砥粒によって削り取られた金属酸化物の粒を研磨液に溶解させてしまうと固体砥粒による削り取りの効果が増

すためであると解釈できる。但し、凹部の金属膜表面の酸化層も溶解（エッチング）されて金属膜表面が露出すると、酸化剤によって金属膜表面がさらに酸化され、これが繰り返されると凹部の金属膜のエッチングが進行してしまい、平坦化効果が損なわれることが懸念される。これを防ぐためにさらに金属防食剤が添加される。平坦化特性を維持するためには、酸化金属溶解剤と金属防食剤の効果のバランスを取ることが重要であり、凹部の金属膜表面の酸化層はあまりエッチングされず、削り取られた酸化層の粒が効率良く溶解されCMPによる研磨速度

【0007】このように酸化金属溶解剤と金属防食剤を添加して化学反応の効果を加えることにより、CMPによる研磨速度が向上すると共に、CMPされる金属層表面の損傷（ダメージ）も低減される効果が得られる。

【0008】しかしながら、従来のCMPによる埋め込み配線形成は、（１）埋め込まれた金属配線の表面中央部分が等方的に腐食されて皿の様に窪む現象（ディッシング）の発生、配線密度の高い部分で絶縁膜も研磨されて金属配線の厚みが薄くなる現象（エロージョン或いはシニング）の発生、（２）研磨傷（スクラッチ）の発生、（３）研磨後の基体表面に残留する研磨カスを除去するための洗浄プロセスが複雑であること、（４）廃液処理に起因するコストアップ、（５）金属の腐食、等の問題が生じる。

【0009】ディッシングや研磨中の銅合金の腐食を抑制し、信頼性の高いLSI配線を形成するために、グリシン等のアミノ酢酸又はアミド硫酸からなる酸化金属溶解剤及びBTA（ベンゾトリアゾール）を含有する金属用研磨液を用いる方法が提唱されている。この技術は例

【0010】銅または銅合金のダマシン配線形成やタングステン等のプラグ配線形成等の金属埋め込み形成においては、埋め込み部分以外に形成される層間絶縁膜である二酸化シリコン膜の研磨速度も大きい場合には、層間絶縁膜ごと配線の厚みが薄くなるエロージョンが発生する。その結果、配線抵抗の増加やパターン密度等により抵抗のばらつきが生じるために、研磨される金属膜に対して二酸化シリコン膜の研磨速度が十分小さい特性が要求される。そこで、酸の解離により生ずる陰イオンにより二酸化シリコンの研磨速度を抑制するため、研磨液のpHをpKa-0.5よりも大きくする方法が提唱されている。この技術は、例えば特許第2819196号公報に記載されている。

【0011】一方、配線の銅或いは銅合金等の下層には、層間絶縁膜中への銅拡散防止のためにバリア層として、タングステンや窒化タングステン及びタングステン合金やその他のタングステン化合物等が形成される。したがって、銅或いは銅合金を埋め込む配線部分以外では、露出したバリア層をCMPにより取り除く必要があ

る。しかし、これらのバリア層導体膜は、銅或いは銅合金に比べ硬度が高いために、銅または銅合金用の研磨材料の組み合わせでは十分なCMP速度が得られず、バリア層をCMPにより取り除く間に銅または銅合金等がエッチングされ配線厚さが低下するという問題が生じる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、金属の研磨速度が大きくエッチング速度が小さいため、生産性が高く、ディッシング及びエロージョンが小さい金属用研磨液を提供することにある。微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイスの製造に好適な金属用研磨液を提供することにある。本発明の他の目的は、上記の発明の効果に加え、さらに金属の腐食が小さい金属用研磨液を提供することにある。微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイスの製造に好適な金属用研磨液を提供することにある。本発明の他の目的は、上記の発明の効果に加え、さらに研磨速度が大きい金属用研磨液を提供することにある。微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイスの製造に好適な金属用研磨液を提供することにある。本発明の他の目的は、上記の発明の効果に加え、さらに研磨速度が大きい金属用研磨液を提供することにある。微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイスの製造に好適な金属用研磨液を提供することにある。本発明の他の目的は、上記の発明の効果に加え、さらに研磨の面内均一性が高い金属用研磨液を提供することにある。微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイスの製造に好適な金属用研磨液を提供することにある。本発明の他の目的は、上記の発明の効果に加え、さらに研磨の面内均一性が高い金属用研磨液を提供することにある。微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイスの製造に好適な金属用研磨液を提供することにある。本発明の他の目的は、上記の発明の効果に加え、さらに研磨傷（スクラッチ）が少なく、研磨後の基体表面に残留する研磨カスが少くない金属用研磨液を提供することにある。微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイスの製造に好適な金属用研磨液を提供することにある。本発明の他の目的は、銅、銅合金及び銅又は銅合金の酸化物用として、上記の発明の効果を有する金属用研磨液を提供することにある。微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイスの製造に好適な金属用研磨液を提供することにある。本発明の他の目的は、タングステン、窒化タングステ

ン、タングステン合金、その他のタングステン化合物等のバリア層用として、上記の発明の効果を有する金属用研磨液を提供することにより、微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイスの製造に好適な金属用研磨液を提供することにある。に好適である。本発明の他の目的は、微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイスの研磨方法を提供することにある。本発明の他の目的は、上記の発明の効果に加え、さらに生産性に優れた半導体デバイスの研磨方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、酸化剤、酸化金属溶解剤、金属防食剤、及び水を含有する研磨液であり、金属防食剤がピリミジン骨格を有する化合物であることを特徴とする金属用研磨液に関する。本発明は、上記ピリミジン骨格を有する化合物が、4-アミノピラゾロ[3, 4-d]ピリミジン、1, 2, 4-トリアゾロ[1, 5-a]ピリミジン、2-メチル-5, 7-ジフェニル- (1, 2, 4) トリアゾロ[1, 5-a]ピリミジン及び2-メチルサルファニル-5, 7-ジフェニル- (1, 2, 4) トリアゾロ[1, 5-a]ピリミジンから選ばれる少なくとも1種の化合物である金属用研磨液に関する。本発明は、上記金属防食剤が、ピリミジン骨格を有する化合物とトリアゾール骨格を有する化合物とを併用することを特徴とする金属用研磨液に関する。本発明は、トリアゾール骨格を有する化合物が1, 2, 3-トリアゾール、1, 2, 4-トリアゾール、3-アミノ-1H-1, 2, 4-トリアゾール、ベンゾトリアゾール、1-ヒドロキシベンゾトリアゾールから選ばれる少なくとも1種の化合物である金属用研磨液に関する。本発明は、上記金属の酸化剤が、過酸化水素、硝酸、過ヨウ素酸カリウム、次亜塩素酸及びオゾン水から選ばれる少なくとも1種の化合物である金属用研磨液に関する。本発明は、重量平均分子量が500以上の水溶性ポリマーを含有する上記金属用研磨液に関する。本発明は、重量平均分子量が500以上の水溶性ポリマーが、多糖類、ポリカルボン酸、ポリカルボン酸エステル及びそれらの塩、並びにビニル系ポリマーから選ばれた少なくとも1種のポリマーから選ばれた少なくとも1種のポリマーである上記金属用研磨液に関する。本発明は、上記酸化金属溶解剤が、有機酸、有機酸エステル、有機酸のアンモニウム塩から選ばれる少なくとも1種の化合物である金属用研磨液に関する。本発明は、研磨される金属が、銅、銅合金及び銅若しくは銅合金の酸化物から選ばれる少なくとも1種を含む金属である上記金属用研磨液に関する。本発明は、研磨される金属のバリア層が、タングステン、窒化タングステン、タングステン合金、又はその他のタングステン化合物である上記金属用研磨液に関する。本発明は、研磨定盤の研磨布上に上記金属用研磨液を供給しながら、被研磨膜を有する基板

を研磨布に押圧した状態で研磨定盤と基板を相対的に動かすことによって被研磨膜を研磨することを中心とする研磨方法に関する。本発明は、研磨定盤の研磨布上に上記金属用研磨液を供給しながら、金属とバリア層を連続して研磨する上記研磨方法に関する。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。本発明の金属用研磨液は、主要構成成分として金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、金属防食剤、及び水からなる。

10 【0015】本発明の金属の酸化剤としては、過酸化水素 (H_2O_2)、硝酸、過ヨウ素酸カリウム、次亜塩素酸、オゾン水等が挙げられ、その中でも過酸化水素が特に好ましい。これらは1種類単独で、若しくは2種類以上混合して用いることができる。基体が集積回路用素子を含むシリコン基板である場合、アルカリ金属、アルカリ土類金属、ハロゲン化物などによる汚染は望ましくないため、不揮発成分を含まない酸化剤が望ましい。但し、オゾン水は組成の時間変化が激しいので過酸化水素が最も適している。但し、適用対象の基体が半導体素子

20 を含まないガラス基板などである場合は不揮発成分を含む酸化剤であっても差し支えない。

【0016】本発明の酸化金属溶解剤は、水溶性のものであれば特に制限はないが、ギ酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸、2-メチル酪酸、n-ヘキサン酸、3, 3-ジメチル酪酸、2-エチル酪酸、4-メチルペンタン酸、n-ヘプタン酸、2-メチルヘキサン酸、n-オクタン酸、2-エチルヘキサン酸、安息香酸、グリコール酸、サリチル酸、グリセリン酸、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ヒメリン酸、マレイン酸、フタル酸、リンゴ酸、酒石酸、クエン酸等の有機酸、これらの有機酸エステル及びこれら有機酸のアンモニウム塩等が挙げられる。また塩酸、硫酸、硝酸等の無機酸、これら無機酸のアンモニウム塩類、例えば過硫酸アンモニウム、硝酸アンモニウム、塩化アンモニウム等、クロム酸等が挙げられる。これらの中では、実用的なCMP速度を維持しつつ、エッチング速度を効果的に抑制できるという点でギ酸、マロン酸、リンゴ酸、酒石酸、クエン酸が銅、銅合金及び銅若しくは銅合金の酸化物から選ばれた少なくとも1種の金属層を含む積層膜に対して好適である。これらは1種類単独で、若しくは2種類以上混合して用いることができる。

40 【0017】本発明の金属防食剤は、ピリミジン骨格を有するものであれば特に制限はなく、ピリミジン、1, 2, 4-トリアゾロ[1, 5-a]ピリミジン、1, 3, 6, 7, 8-ヘキサヒドロ-2H-ピリミド[1, 2-a]ピリミジン、1, 3-ジフェニル-ピリミジン-2, 4, 6-トリオン、1, 4, 5, 6-テトラヒドロピリミジン、2, 4, 5, 6-テトラアミノピリミジンサルフェイト、2, 4, 5-トリヒドロキシピリミジン、2, 4, 6-トリアミノピリミジン、

2, 4, 6-トリクロロピリミジン、2, 4, 6-トリメトキシピリミジン、2, 4, 6-トリフェニルピリミジン、2, 4-ジアミノ-6-ヒドロキシルピリミジン、2, 4-ジアミノピリミジン、2-アセトアミドピリミジン、2-アミノピリミジン、2-メチル-5, 7-ジフェニル- (1, 2, 4) トリアゾロ (1, 5-a) ピリミジン、2-メチルサルファニル-5, 7-ジフェニル- (1, 2, 4) トリアゾロ (1, 5-a) ピリミジン、2-メチルサルファニル-5, 7-ジフェニル-4, 7-ジヒドロ- (1, 2, 4) トリアゾロ (1, 5-a) ピリミジン、4-アミノピラゾロ [3, 4-d] ピリミジン等が挙げられ、特に、研磨速度、エッチング速度の点から4-アミノピラゾロ [3, 4-d] ピリミジン、1, 2, 4-トリアゾロ [1, 5-a] ピリミジン、2-メチル-5, 7-ジフェニル- (1, 2, 4) トリアゾロ [1, 5-a] ピリミジン、2-メチルサルファニル-5, 7-ジフェニル- (1, 2, 4) トリアゾロ (1, 5-a) ピリミジンが好ましい。これらは1種類単独で、若しくは2種類以上混合して用いることができる。

【0018】また、ピリミジン骨格を有する金属防食剤と併用するトリアゾール骨格を有する化合物としては、特に制限はないが、2-メルカプトベンゾチアゾール、1, 2, 3-トリアゾール、1, 2, 4-トリアゾール、3-アミノ-1H-1, 2, 4-トリアゾール、ベンゾトリアゾール、1-ヒドロキシベンゾトリアゾール、1-ヒドロキシアロピルベンゾトリアゾール、2, 3-ジカルボキシアロピルベンゾトリアゾール、4-ヒドロキシベンゾトリアゾール、4-カルボキシル (-1H-) ベンゾトリアゾール、4-カルボキシル (-1H-) ベンゾトリアゾールメチルエステル、4-カルボキシル (-1H-) ベンゾトリアゾールブチルエステル、4-カルボキシル (-1H-) ベンゾトリアゾールオクチルエステル、5-ヘキシルベンゾトリアゾール、[1, 2, 3-ベンゾトリアゾリル-1-メチル] [1, 2, 4-トリアゾリル-1-メチル] [2-エチルヘキシル] アミン、トリルトリアゾール、ナフトトリアゾール、ビス [(1-ベンゾトリアゾリル) メチル] ホスホン酸等が挙げられる。

【0019】本発明において用いられる水溶性ポリマーとしては、重量平均分子量が500以上であれば特に制限はなく、例えばアルギン酸、ペクチン酸、カルボキシメチルセルロース、寒天、カードラン及びプルラン等の多糖類；ポリアスパラギン酸、ポリグルタミン酸、ポリリシン、ポリリンゴ酸、ポリメタクリル酸、ポリメタクリル酸アンモニウム塩、ポリメタクリル酸ナトリウム塩、ポリアミド酸、ポリマレイン酸、ポリイタコン酸、ポリフマル酸、ポリ (p-スチレンカルボン酸)、ポリアクリル酸、ポリアクリルアミド、アミノポリアクリルアミド、ポリアクリル酸アンモニウム塩、ポリアクリル

酸ナトリウム塩、ポリアミド酸、ポリアミド酸アンモニウム塩、ポリアミド酸ナトリウム塩及びポリグリオキシル酸等のポリカルボン酸、ポリカルボン酸エステル及びそれらの塩；ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン及びポリアクロレイン等のビニル系ポリマー等が挙げられる。但し、適用する基体が半導体集積回路用シリコン基板などの場合はアルカリ金属、アルカリ土類金属、ハロゲン化物等による汚染は望ましくないため、酸若しくはそのアンモニウム塩が好ましい。基体がガラス基板等である場合はその限りではない。その中でもペクチン酸、寒天、ポリリンゴ酸、ポリメタクリル酸、ポリアクリル酸アンモニウム塩、ポリアクリルアミド、ポリビニルアルコール及びポリビニルピロリドン、それらのエステル及びそれらのアンモニウム塩が好ましい。

【0020】本発明における金属の酸化剤の配合量は、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、金属防食剤、水溶性ポリマー及び水の総量100gに対して、0.1~50gとすることが好ましく、0.2~40gとすることがより好ましく、0.3~30gとすることが特に好ましい。配合量が0.1g未満では、金属の酸化が不十分でCMP速度が低く、50gを超えると、研磨面に荒れが生じる傾向がある。

【0021】本発明における酸化金属溶解剤成分の配合量は、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、金属防食剤、水溶性ポリマー及び水の総量100gに対して0.001~10gとすることが好ましく、0.01~8gとすることがより好ましく、0.02~5gとすることが特に好ましい。この配合量が0.001g未満になると研磨カスが増加する傾向にあり、10gを超えると、エッチングの抑制が困難となる傾向がある。

【0022】本発明における金属防食剤の配合量は、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、金属防食剤、水溶性ポリマー及び水の総量100gに対して0.001~10gとすることが好ましく、0.01~8gとすることがより好ましく、0.02~5gとすることが特に好ましい。この配合量が0.001未満では、エッチングの抑制が困難となる傾向があり、10gを超えると研磨速度が低くなってしまう傾向がある。

【0023】本発明における水溶性ポリマーの配合量は、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、金属防食剤、水溶性ポリマー及び水の総量100gに対して0~10gとすることが好ましく、0.01~8gとすることがより好ましく、0.02~5gとすることが特に好ましい。この配合量が10gを超えると研磨速度が低下する傾向がある。水溶性ポリマーの重量平均分子量は500以上とすることが好ましく、1500以上とすることがより好ましく5000以上とすることが特に好ましい。重量平均分子量の上限は特に規定するものではないが、溶解性の観点から500万以下である。重量平均分子量が500未満では高い研磨速度が発現しない傾向にある。本発

明では、重量平均分子量が500以上である少なくとも1種以上の水溶性ポリマーを用いることが好ましい。

【0024】本発明の金属用研磨液には、上述した材料のほかにアルミナ、シリカ、セリア等の固体砥粒、界面活性剤、ピクトリアピュアブルー等の染料、フタロシアニングリーン等の顔料等の着色剤を含有させてもよい。

【0025】本発明を適用する金属としては、銅、銅合金及び銅若しくは銅合金の酸化物が挙げられ、公知のスパッタ法、メッキ法により成膜された金属膜に適用される。

【0026】本発明を適用する金属のバリア層としては、タングステン、窒化タングステン、タングステン合金、その他のタングステン化合物、チタン、窒化チタン、チタン合金、その他のチタン化合物、タンタル、窒化タンタル、タンタル合金、その他のタンタル化合物、から選ばれた少なくとも1種の金属バリア層を含む積層膜である。

【0027】本発明の研磨方法は、研磨定盤の研磨布上に前記の金属用研磨液を供給しながら、被研磨膜を有する基板を研磨布に押圧した状態で研磨定盤と基板を相対的に動かすことによって被研磨膜を研磨する研磨方法である。研磨する装置としては、半導体基板を保持するホルダと研磨布（パッド）を貼り付けた（回転数が変更可能なモータ等を取り付けてある）定盤を有する一般的な*

* 研磨装置が使用できる。研磨布としては、一般的な不織布、発泡ポリウレタン、多孔質フッ素樹脂などが使用でき、特に制限がない。研磨条件には制限はないが、定盤の回転速度は基板が飛び出さないように200rpm以下の低回転が好ましい。被研磨膜を有する半導体基板の研磨布への押し付け圧力が1~100KPaであることが好ましく、CMP速度のウエハ面内均一性及びパターン平坦性を満足するためには、5~50KPaであることがより好ましい。研磨している間、研磨布には金属用研磨液をポンプ等で連続的に供給する。この供給量に制限はないが、研磨布の表面が常に研磨液で覆われていることが好ましい。研磨終了後の半導体基板は、流水中でよく洗浄後、スピンドライ等を用いて半導体基板上に付着した水滴を払い落としてから乾燥させることが好ましい。

【0028】

【実施例】以下、実施例により本発明を説明する。本発明はこれらの実施例により限定されるものではない。

（研磨液作製方法） 表1及び表2に示すような配合で実施例1~8及び比較例1~2で用いる金属用研磨液を作製した。

【0029】

【表1】

| 材料(質量部) | | 実施例 | | | | | | | |
|---------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 酸化剤 | 過酸化水素 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | FeCl ₃ | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 酸化金属溶解剤 | リンゴ酸 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | — |
| | マロン酸 | — | — | — | — | — | — | — | 0.5 |
| 金属防食剤 | 4-アミノピラゾロ[3,4-d]ピリミジン | 0.3 | 0.3 | 0.3 | — | — | — | — | — |
| | 1,2,4-トリアゾロ[1,5-a]ピリミジン | — | — | — | 0.3 | — | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| | 2-メチル-5,7-ジフェニル-(1,2,4)トリアゾロ[1,5-a]ピリミジン | — | — | — | — | 0.3 | — | — | — |
| | ベンゾトリアゾール | 0.1 | 0.1 | — | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 水溶性ポリマー | ポリアクリル酸(重量平均分子量:25000) | — | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | — | 0.1 | 0.1 |
| | ポリビニルピロリドン(重量平均分子量:30000) | — | — | — | — | — | 0.1 | — | — |
| 水 | | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| 固体砥粒 | AEROSIL50 (日本アエロジル社製シリカ微粉末) | — | — | — | — | — | — | 1.0 | — |

【0030】

※ ※【表2】

| 材料(質量部) | | 比較例1 | 比較例2 |
|---------|--|------|------|
| 酸化剤 | 過酸化水素 | 5 | 5 |
| | FeCl ₃ | — | — |
| 酸化金属溶解剤 | リンゴ酸 | 0.5 | 0.5 |
| | マロン酸 | — | — |
| 金属防食剤 | 4-アミノピラゾロ[3,4-d]ピリミジン | — | — |
| | 1,2,4-トリアゾロ[1,5-a]ピリミジン | — | — |
| | 2-メチル-5,7-ジフェニル-(1,2,4)トリアゾロ[1,5-a]ピリミジン | — | — |
| | ベンゾトリアゾール | 0.1 | — |
| 水性ポリマー | ポリアクリル酸(重量平均分子量:25000) | 0.1 | 0.1 |
| | ポリビニルピロリドン(重量平均分子量:30000) | — | — |
| 水 | | 90 | 90 |
| 固体砥粒 | AEROSIL50 (日本アエロジル社製シリカ微粉末) | — | — |

(研磨条件)

基板：厚さ1500nmの銅金属を形成したシリコン基板

厚さ200nmのタンタル膜を形成したシリコン基板
配線溝深さ0.5μm/バリア層：タンタル膜厚50nm/銅膜厚1.0μmのパターン付き基板

研磨パッド：(IC1000(ロデール社製))

研磨圧力：210g/cm²(20.58KPa)、基体と研磨定盤との相対速度：36m/min(研磨品評価項目)

研磨速度：各膜の研磨前後での膜厚差を電気抵抗値から換算して求めた。

エッチング速度：攪拌した金属用研磨液(室温、25℃、攪拌100rpm)への浸漬前後の銅層膜厚差を電気抵抗値から換算して求めた。

ディッシング量：二酸化シリコン中に深さ0.5~100μmの溝を形成して、公知のスパッタ法によってバリア層として厚さ50nmのタンタル膜を形成し、同様にスパッタ法により銅膜を1.0μm形成して公知の熱処理によって埋め込んだシリコン基板を用い、基体表面全面で二酸化シリコンが露出するまで研磨を行った。次 *

*に、触針式段差計で配線金属部幅100μm、絶縁膜部幅100μmが交互に並んだストライプ状パターン部の表面形状から、絶縁膜部に対する配線金属部の膜減り量を求めた。

エロージョン量：上記ディッシング量評価用基体に形成された配線金属部幅4.5μm、絶縁膜部幅0.5μmが交互に並んだ総幅2.5mmのストライプ状パターン部の表面形状を触針式段差計により測定し、ストライプ状パターン部間の絶縁膜フィールド部に対するパターン中央付近の絶縁膜部の膜減り量を求めた。

配線抵抗量：基体表面全面で二酸化シリコンが露出するまで研磨を行った後に、配線抵抗値の測定を行った。ディッシング量測定部の幅100μm銅配線パターンにおいて、配線長さ1mmの配線抵抗値を測定した。また、エロージョン量測定部の幅4.5μm銅配線パターンにおいて、配線長さ1mmの配線抵抗値を測定した。実施例1~8及び比較例1~2のCMPによる研磨速度、エッチング速度、ディッシング量、エロージョン量、及び配線抵抗値を表3及び表4に示した。

【0031】

【表3】

| 材料 | | 実施例 | | | | | | | |
|---------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 研磨速度 (nm/min) | 銅金属 | 220 | 300 | 180 | 310 | 290 | 250 | 350 | 330 |
| | タンタステンバリア層 | 15 | 20 | 20 | 25 | 23 | 21 | 36 | 26 |
| エッチング速度 (nm/min) | 銅金属 | 3 | 2 | 5 | 1.5 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| | タンタステンバリア層 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| ディッシング量(nm) | | 70 | 65 | 75 | 70 | 73 | 70 | 65 | 68 |
| エロージョン量(nm) | | 30 | 30 | 25 | 28 | 27 | 26 | 31 | 29 |
| 配線抵抗値 (Ω) | ディッシング評価部100μm | 0.352 | 0.368 | 0.361 | 0.372 | 0.362 | 0.359 | 0.363 | 0.361 |
| | エロージョン評価部4.5μm | 7.01 | 7.08 | 7.10 | 7.09 | 7.05 | 7.11 | 7.03 | 7.11 |

【0032】

※50※【表4】

| 材料 | | 比較例1 | 比較例2 |
|-----------------------|----------------------|-------|-------|
| 研磨速度 (nm/min) | 銅金属 | 300 | 120 |
| | タングステンバリア層 | 30 | 15 |
| エッチング速度 (nm/min) | 銅金属 | 2 | 30 |
| | タングステンバリア層 | 10 | 8 |
| ディッシング量(nm) | | 105 | 150 |
| エロージョン量(nm) | | 70 | 90 |
| 配線抵抗値 (Ω) | ディッシング評価部100 μ m | 0.398 | 0.450 |
| | エロージョン評価部4.5 μ m | 7.25 | 8.02 |

【0033】比較例1では、タングステンバリア層のエ 10
ッチング速度が大きいためにディッシング及びエロージ
ョンが大きき配線抵抗値が増加している。また、比較例
2では、銅金属及びタングステンバリア層のエッチング
速度が大きいためにディッシング及びエロージョンが大
きき配線抵抗値が増加している。それに対し実施例1～
8では、銅金属とタングステンバリア層のエッチング速
度が小さいため良好なディッシング及びエロージョン特
性により配線抵抗の増加が少ない。

【0034】

【発明の効果】本発明により、金属の研磨速度が大きき 20
エッチング速度が小さいため、生産性が高く、ディッシ
ング及びエロージョンが小さい金属用研磨液が得られ
た。この金属用研磨液は、微細化、薄膜化、寸法精度、
電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイス及び機器
に好適である。本発明により、上記の発明の効果に加
え、さらに金属の腐食が小さい金属用研磨液が得られ
た。この金属用研磨液は、微細化、薄膜化、寸法精度、
電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイス及び機器

に好適である。本発明により、上記の発明の効果に加
え、さらに生産性が高くディッシング及びエロージョン
が小さい金属用研磨液が得られた。この金属用研磨液
は、微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼
性の高い半導体デバイス及び機器に好適である。本発明
により、上記の発明の効果に加え、さらに研磨の面内均
一性が高い金属用研磨液が得られた。この金属用研磨液
は、微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼
性の高い半導体デバイス及び機器に好適である。本発明
により、上記の発明の効果に加え、さらに研磨傷（スク
ラッチ）が少なく、研磨後の基体表面に残留する研磨カ
スが少量の金属用研磨液が得られた。この金属用研磨液
は、微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼
性の高い半導体デバイス及び機器に好適である。本発明
により、銅、銅合金及び銅又は銅合金の酸化物用とし
て、上記の発明の効果を有する金属用研磨液が得られ
た。この金属用研磨液は、微細化、薄膜化、寸法精度、
電気特性に優れ、信頼性の高い半導体デバイス及び機器
に好適である。本発明により、タングステン、窒化タン
グステン、タングステン合金、その他のタングステン化
合物等のバリア層用として、上記の発明の効果を有する
金属用研磨液が得られた。この金属用研磨液は、微細
化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼性の高い
半導体デバイス及び機器に好適である。本発明により、
微細化、薄膜化、寸法精度、電気特性に優れ、信頼性の
高い半導体デバイスの研磨方法が得られた。本発明によ
り、上記の発明の効果に加え、さらに生産性に優れる半
導体デバイスの研磨方法が得られた。

フロントページの続き

(72)発明者 倉田 靖
茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化
成工業株式会社総合研究所内

(72)発明者 内田 剛
茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化
成工業株式会社総合研究所内

(72)発明者 寺崎 裕樹
茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化
成工業株式会社総合研究所内

(72)発明者 上方 康雄
茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化
成工業株式会社総合研究所内

Fターム(参考) 3C058 CB01 CB02 CB03 CB10 DA02
DA12 DA17
5F043 AA26 BB18 BB30 DD16 FF07
GG02